Revue suisse Zool.	Tome 86	Fasc. 4	p. 893-899	Genève, décembre 1979

Ökologische und biometrische Untersuchungen an *Chironomus*-Larven (Diptera) des Wohlensees bei Bern

von

A. REIST und J. FISCHER

Mit 3 Abbildungen

ABSTRACT

Ecological and biometrical investigations on *Chironomus* larvae (Diptera) from Lake Wohlen near Berne. — Three species of *Chironomus*, *Ch. plumosus*, *Ch. nuditarsis* and *Ch. bernensis*, were reared in the laboratory. Examination of larval instars, based on measurements of the width of the head capsule, showed that in these species the four larval instars can be unequivocally distinguished. In addition, *Ch. plumosus* at first instar is distinct from the other species on the basis of the same character.

Samples collected from the lake during winter, permitted to establish that the three species hibernate as third and fourth instar larvae.

EINLEITUNG

Adulte Chironomiden findet man am Wohlensee von Anfang April bis in den November hinein, wobei sie im Spätsommer am zahlreichsten sind. Im Gegensatz zu vielen Insekten mit charakteristischen Abundanz-Maxima und -Minima ist bei den Wohlensee-Chironomiden die Generationenfolge nicht leicht abzuklären. Klötzli *et al.* (1971) nehmen für *Ch. plumosus* im Wohlensee eine Sommer- und eine Wintergeneration an. Ferner vermuten sie auf Grund von Flügelmessungen, dass die Wintergeneration teils als ältere, teils als jüngere Larven überwintert. Koskinen (1969) hat gezeigt, dass *Ch. salinarius* Kieff. in der Nähe von Bergen, Norwegen, im 3. und 4. Larvenstadium überwintert. Hilsenhoff (1966) bezeichnet das 4. Larvenstadium als die normale Überwinterungsform von *Ch. plumosus* im Lake Winnebago, Wisconsin. Er hat aber in gewissen Jahren bis in den Mai hinein auch Larven des 3. Stadiums gefunden.

Im Wohlensee kommen an grössern *Chironomus*-Arten ausser *Ch. plumosus*. L. noch *Ch. nuditarsis* Keyl und *Ch. bernensis* Klötzli vor. In der vorliegenden Arbeit soll bei

diesen Populationen untersucht werden, welches die Überwinterungsstadien sind. Es werden Ergebnisse aus einer Untersuchung während des Winters 1972/73 mitgeteilt. Zu Vergleichszwecken wurden im Labor Gelege der drei Arten aufgezogen. An diesen Aufzuchten werden einige biometrische Aspekte des larvalen Wachstums vergleichend dargestellt. Mit Hilfe dieser Daten konnten dann die im Freiland gesammelten Larven den verschiedenen Entwicklungsstadien zugeordnet werden.

METHODE

Im Wohlensee, einem eutrophen, bereits stark verlandeten See, der durch die künstlich aufgestaute Aare gebildet wird, wurden in unregelmässigen zeitlichen Abständen an geeigneter Stelle (Koordinaten: 594 850/201 200) in einer Wassertiefe von ca. 1,5 m Schlammproben (jeweils 1 Greifer) entnommen. An dieser Stelle hat der See starken Flusscharakter, was sich unter anderem darin zeigt, dass sich keine Temperaturschichtung ausbildet. Die hier gemessenen Temperaturen stimmen daher mit jenen der Aare oberhalb des Wohlensees gut überein (vgl. Abb. 3). Es wurde ein Boden-Scherengreifer, Modell Friedinger, mit den Abmessungen 19 × 18 cm und einer Aushubtiefe von maximal 10 cm benutzt. Die mit dem Schlamm eingesammelten Larven wurden sorgfältig ausgewaschen und zur einen Hälfte biometrisch (Kopfbreite, Körperlänge), zur andern zytologisch (Artbestimmung) ausgewertet. Die für die biometrische Untersuchung bestimmten Larven wurden in 80% Alkohol fixiert und in 95% Alkohol aufbewahrt (vgl. Schlee 1966).

Zu Vergleichszwecken wurden Gelege der drei Arten *Ch. plumosus*, *Ch. nuditarsis* und *Ch. bernensis* aus dem Wohlensee bei 20° und 25° C im Labor aufgezogen. Die Temperatur von 25° wird im Wohlensee zwar kaum jemals erreicht (Abb. 3). Die Larven entwickeln sich aber zu völlig normalen Mücken. Zudem kann gezeigt werden, dass die Kopfkapselbreite, zumindest innerhalb des untersuchten Bereichs, von der Aufzuchttemperatur unabhängig ist (Reist, in Vorb.). Als Substrat und Futter wurde ein Gemisch von abgekochtem Wohlensee-Schlamm (schwarzer Faulschlamm = Sapropel) und einem Aquarien-Fischfutter (Tetra Phyll) verwendet. Die Aufzuchtbecken (je 1 Gelege enthaltend) wurden in einem Kreislaufsystem von temperiertem Quellwasser durchströmt. Eine Publikation mit ausführlichen Angaben über Aufzucht-Anlage und -Methode ist in Vorbereitung.

ERGEBNISSE

Breite und Wachstum der Kopfkapsel

In Abb. 1 sind die an Labor-Aufzuchten ermittelten Kopfbreiten der drei grössern *Chironomus*-Arten des Wohlensees aufgetragen. Die vier Larvenstadien lassen sich immer eindeutig voneinander unterscheiden, unabhängig davon, welcher der drei Arten die Larven angehören. Schwieriger ist es aber, Larven desselben Stadiums bestimmten Arten zuzuordnen. Nur im 1. Larvenstadium lässt sich *Ch. plumosus* auf Grund der Kopfbreite eindeutig von den beiden andern Arten unterscheiden.

Ch. plumosus ist die grösste Art, gefolgt von *Ch. nuditarsis* und *Ch. bernensis* (Tab. 1). *Ch. bernensis* hat durchgehend die kleinste Wachstumsrate (r) der Kopfkapsel von einem Larvenstadium zum andern. *Ch. nuditarsis* wächst von 1. zum 2. Larvenstadium

Tabelle 1.

Breite und Wachstum der Kopfkapsel der Larven

Art	Larven-stadium	N	Kopfbreite $\bar{x}$	s	$s/\bar{x}$ in %	r	N	Spannweite
Ch. plumosus	I	64	116,6	3,26	2,8	1,98	191	107,9—126,9
	II	75 (5)	230,6	8,84	3,8	1,96	217 (10)	211,3—270,8
	III	144	451,8	16,85	3,7	1,88	245	396,8—496,8
	IV	543	851,1	35,51	4,2		1 005	754,4—936,9
Ch. nuditarsis	I	77	98,8	2,25	2,3	2,08	163	93,9—106,0
	II	69 (4)	205,7	5,19	2,5	1,95	139 (7)	192,3—218,8
	III	73	402,0	13,44	3,3	1,90	136	372,8—435,8
	IV	235	761,9	32,03	4,2		390	618,4—841,1
Ch. bernensis	I	57	100,9	2,96	2,9	1,88	163	92,5—108,4
	II	80 (6)	189,2	5,75	3,0	1,87	183 (10)	178,8—203,5
	III	100	354,6	16,68	4,7	1,83	141	319,8—383,3
	IV	225	647,2	26,93	4,2		390	555,0—770,2

Mittelwert $\bar{x}$, Streuung s und die Spannweite der Kopfbreite sind in μm angegeben. Für die Angabe der Spannweite konnte zusätzliches Material verwendet werden. Zahlen in Klammern: Anzahl Gelege. $s/\bar{x}$ = Variationskoeffizient. r = Wachstumsrate der Kopfbreite von einem Stadium zum nächsten.

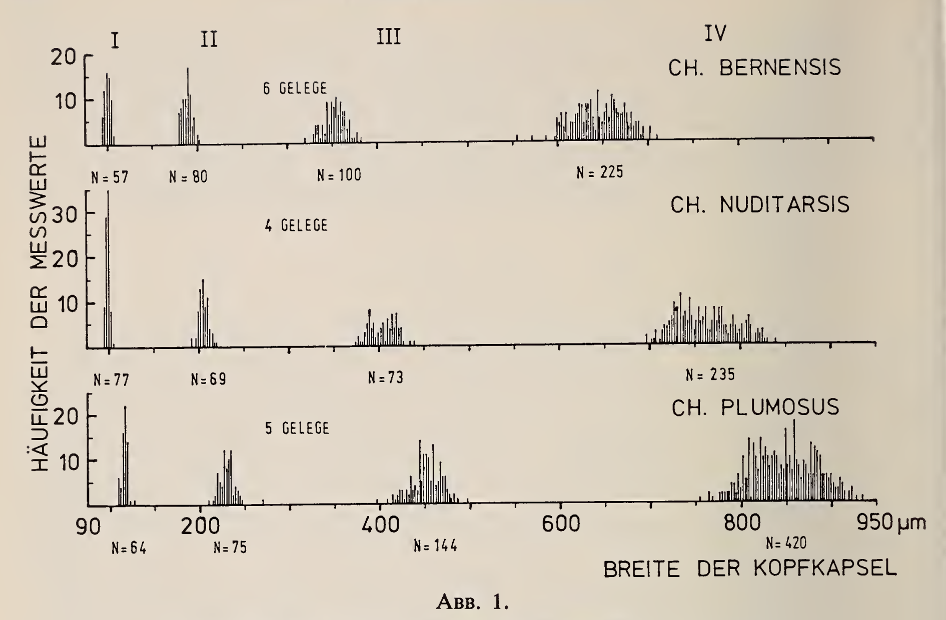


Abb. 1.

Kopfbreite der Larven in den vier Larvenstadien (I, II, III, IV).
Laboraufzuchten bei 20° und 25° C.

wesentlich stärker als *Ch. plumosus*. Die höchste durchschnittliche Wachstumsrate vom 1. zum 4. Larvenstadium hat *Ch. nuditarsis* mit 1,98, gefolgt von *Ch. plumosus* mit 1,94 und, in einigem Abstand, von *Ch. bernensis* mit 1,86.

Überwinterung der Larven im Wohlensee

Den Hauptanteil in den Larven-Stichproben stellten *Ch. bernensis* mit durchschnittlich 42% und *Ch. nuditarsis* mit 41%, während *Ch. plumosus* mit 3% an dieser Stelle des Wohlensees nur schwach vertreten war (Tab. 2). Der Anteil der für die vorliegende

Tabelle 2.

Artenzusammensetzung der Chironomus-*Larven im Wohlensee im Winter 1972/73*

	Ch. plumosus	*Ch. nuditarsis*	*Ch. bernensis*	andere Arten	Total
4.12.72	12	99	44	1	392
6. 2.73	2	34	44	7	186
8. 3.73	2	50	51	11	218
20. 3.73	1	15	65	30	217
27. 3.73	2	46	37	36	248
12. 4.73	2	17	33	6	132
10. 5.73	1	26	20	11	122

Die Artenzusammensetzung bezieht sich jeweils auf den halben Schlamm-Inhalt eines Boden-Scherengreifers, das Total der Larven auf den ganzen Inhalt.

Untersuchung nicht berücksichtigten kleinern Arten, vorwiegend eine bisher nicht beschriebene Art Ch. spec. 2, betrug 14%. Die Besiedlungsdichte war sehr unterschiedlich und betrug durchschnittlich 62 Larven pro dm^2; sie nahm vom Herbst bis zum Frühling merklich ab.

Die Anteile der vier Larvenstadien und des Puppenstadiums an den Stichproben zeigt Abb. 2. Anfang Dezember befanden sich noch 3% der Larven im 2. Larvenstadium; von Januar bis März wurden nur noch Larven des 3. und 4. Stadiums gefunden.

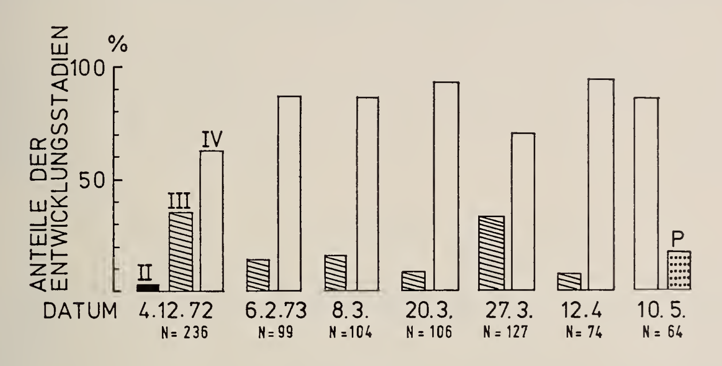


Abb. 2.

Prozentualer Anteil der Entwicklungsstadien der drei *Chironomus*-Arten.
Wohlensee, Winter 1972-1973.
II, III, IV: Larvenstadien. P: Puppen.

Mitte Mai waren bereits 16% der Larven verpuppt; Larven des 3. Stadiums fanden sich keine mehr. Es ist zu vermuten, dass sie sich ins 4. Larvenstadium gehäutet hatten. Die untersuchten *Chironomus*-Larven des Wohlensees überwintern demnach im 3. und 4. Larvenstadium.

DISKUSSION

Fischer & Rosin (1969) haben bei der Darstellung der Kopfbreiten von *Ch. nuditarsis* im 4. Larvenstadium eine zweigipflige Verteilung erhalten und dies als Geschlechtsdimorphismus interpretiert. Beim vorliegenden Material ist bei keiner der drei Arten (und bei keinem der insgesamt 15 Gelege) eine zweigipflige Verteilung zu erkennen. Der Variationskoeffizient ($s/\bar{x}$) nimmt zwar auch bei unserem Material im allgemeinen von Stadium zu Stadium zu (Tab. 1), was vermutlich auf die etwas grössere Wachstumsrate der Weibchen zurückzuführen ist. Er ist im 4. Larvenstadium mit 4,2% (bei 4—6 Gelegen) aber deutlich kleiner als mit 4,8% bei Fischer und Rosin (nur 1 Gelege). Die Streuung der Kopfbreite bei Männchen und Weibchen ist offenbar so gross, dass sich, ausser in glücklichen Einzelfällen, nur eine eingipflige Verteilung ergibt. Demzufolge lassen sich die Geschlechter auf Grund der Kopfbreite auch im 4. Larvenstadium im allgemeinen nicht voneinander unterscheiden.

Nach Hilsenhoff (1966) stellt *Ch. plumosus* bei Temperaturen von 5° und darunter die Nahrungsaufnahme ein und zieht sich tiefer in den Schlamm zurück. Bis zum 21. Dezember 1972 lag die Wassertemperatur über 5° (Abb. 3), so dass bis zu diesem Zeitpunkt eine Weiterentwicklung der Larven möglich erscheint. Tatsächlich finden wir

später keine Larven des 2. Stadiums mehr. Bis zum 21. März 1973 blieb dann die Temperatur ständig bei 5° oder darunter, so dass es zu einem Entwicklungsstillstand gekommen sein dürfte. Über die Hemm-Mechanismen kann anhand des vorliegenden Materials nichts Genaueres ausgesagt werden. Aus andern Befunden (FISCHER 1974) geht hervor, dass Oligopausen von einer Kälte-Quieszenz überlagert werden (Begriffe nach MÜLLER 1970). Ob für die Fortentwicklung der Larven im Frühling bereits die etwas höhere Apriltemperatur verantwortlich war (nach LAVILLE 1971 schlüpfen die Chironomiden im Port Bielh See in den Pyrenäen, wenn die Temperatur 7° erreicht) oder erst der

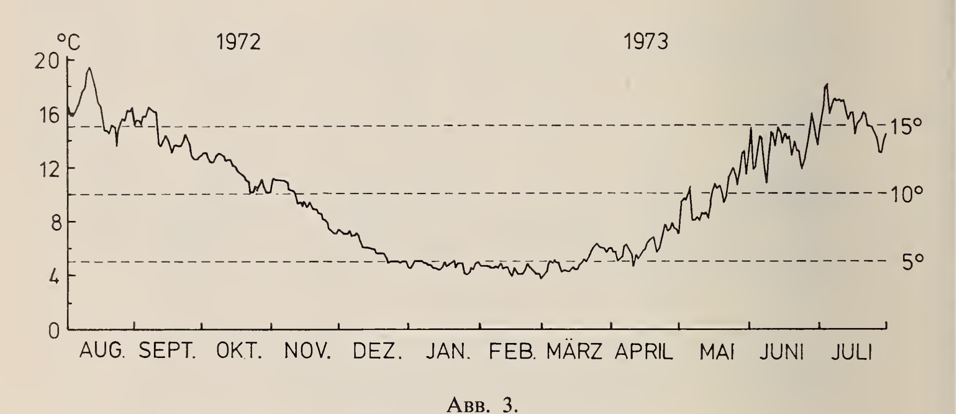


ABB. 3.

Verlauf der täglichen Mittelwerte der Wassertemperatur der Aare bei Bern-Schönau, ca. 21 km oberhalb der Stelle, an der die Larvenproben entnommen wurden. Nach Daten des *Hydrogr. Jahrb. der Schweiz* (1972 und 1973).

starke Temperaturanstieg anfangs Mai, wissen wir nicht. Auch eine Einwirkung der Taglänge wäre denkbar (vgl. FISCHER 1974). Da keine gesicherte Abnahme des 3. Larvenstadiums den Winter hindurch festzustellen ist, müssen wir annehmen, dass die Larven im 3. und 4. Stadium überwintern, und dass eine Häutung vom 3. zum 4. Larvenstadium von Ende Dezember bis Ende März unterbleibt. Dies würde sehr gut mit den einleitend erwähnten Ergebnissen von KLÖTZLI *et al.* (1971) übereinstimmen, wonach im Frühling zwei Grössenklassen von Mücken schlüpfen. Die Larven des 4. Stadiums würden sich unmittelbar nach der Temperaturerhöhung im Frühling verpuppen, während diejenigen des 3. Larvenstadiums im relativ wärmern Wasser ihre Larvenentwicklung vollenden und als etwas kleinere Imagines wenig später schlüpfen würden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die drei *Chironomus*-Arten *Ch. plumosus*, *Ch. nuditarsis* und *Ch. bernensis* wurden im Labor aufgezogen. Es wurde jeweils die Breite der Kopfkapsel der Larven in den vier Larvenstadien gemessen und die Wachstumsrate der Kopfkapsel von einem Larvenstadium zum andern ermittelt. Die vier Larvenstadien lassen sich eindeutig voneinander unterscheiden, unabhängig davon, welcher der drei Arten die Larven angehören. Im 1. Larvenstadium unterscheidet sich *Ch. plumosus* aufgrund der grössern Kopfbreite von den beiden andern Arten.

Während des Winters 1972/73 aus dem Wohlensee entnommene Larvenproben zeigen, dass die drei Arten im 3. und 4. Larvenstadium überwintern.

Résumé

Trois espèces de *Chironomus* ont été élevées en laboratoire, soit *Ch. plumosus*, *Ch. nuditarsis* et *Ch. bernensis*. Dans les 4 stades larvaires, on a mesuré la largeur de la tête et ainsi on a déduit le taux de croissance de celle-ci d'un stade à l'autre. Les 4 stades larvaires se distinguent nettement les uns des autres, indépendamment de l'espèce à laquelle les larves appartiennent. Au 1er stade larvaire, *Ch. plumosus* se détache des autres espèces par une largeur plus marquée de la tête. Les échantillons de larves recueillis dans le lac de Wohlen durant l'hiver 1972/73 ont montré que les trois espèces passent l'hiver aux IIIe et IVe stades larvaires.

Danksagung

Die Arbeit entstand mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Herrn Prof. S. Rosin † danken wir für die zytologische Artbestimmung und Fräulein V. Siegfried für die Herstellung der Chromosomenpräparate.

LITERATUR

Eidg. Amt für Wasserwirtschaft (Herausgeber) 1972, 1973. *Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz, Bern.*

Fischer, J. 1974. Experimentelle Beiträge zur Ökologie von *Chironomus* (Diptera). I. Dormanz bei *Chironomus nuditarsis* und *Chironomus plumosus. Oecologia* 16: 73-95.

Fischer, J. & S. Rosin, 1969. Das larvale Wachstum von *Chironomus nuditarsis. Revue suisse Zool.* 76: 727-734.

Hilsenhoff, W. L. 1966. The Biology of *Chironomus plumosus* (Diptera: Chironomidae) in Lake Winnebago, Wisconsin. *Ann. ent. Soc. Am.* 59: 465-473.

Klötzli, A. M., F. Römer und S. Rosin. 1971. Jahreszeitliche Grössenvariation bei *Chironomus plumosus* L. *Revue suisse Zool.* 78: 587-603.

Koskinen, R. 1969. Larval growth in *Chironomus salinarius* Kieff. (Diptera: Chironomidae) in Western Norway. *Annls zool. fenn.* 6: 266-268.

Laville, H. 1971. Recherches sur les chironomides lacustres du massif de Néouvielle (Hautes-Pyrénées). *Annls. Limnol.* 7: 173-414.

Müller, H. J. 1970. Formen der Dormanz bei Insekten. *Nova Acta Leopoldina* 35: Nr. 191.

Schlee, D. 1966. Präparation und Ermittlung von Messwerten an Chironomidae (Diptera). *Gewäss. Abwäss.* 41/42: 169-193.

Anschrift der Verfasser :

Zoologisches Institut der Universität
Sahlistrasse 8
CH-3012 Bern, Schweiz.